

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DE 01/952 970564



REC'D 11 MAY 2001

WIPO

PCT

EJU

#4

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 12 080.6

Anmeldetag: 14. März 2000

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren für ein Antennenarray
mit schaltbarer Weitwinkel-Charakteristik

IPC: H 01 Q, G 01 S

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Mai 2001
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Wainer

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



P112243

Zusammenfassung der Erfindung

Vorrichtung und Verfahren für eine Antennenarray mit schaltbarer Weitwinkel-Charakteristik

- Um auf einfache Weise einen weiten Winkelbereich in Sektoren schaltbar mittels einer
- 5 Antennenanordnung mit breiter Hauptkeule abzudecken, wird eine Anordnung von Antennenelementen so ausgeführt, daß die Elemente einzeln angesteuert werden können, so daß sie in Teilen gleichphasig und in Teilen gegenphasig zueinander betrieben werden. Um die Einfallsrichtung eines empfangenen Signal zu bestimmen, ist es möglich die Anordnung mit unsymmetrischen Antennendiagramm zu betreiben oder
- 10 aber durch die Ausnutzung eines zusätzlichen Empfangselementes die Gesamt-Charakteristik rechnerisch bezüglich ihrer Symmetrie zu beeinflussen.

DaimlerChrysler AG
Epplestraße 225
D-70567 Stuttgart

FTP/U/FI
P112243

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren für eine Antennenarray mit schaltbarer Weitwinkel-Charakteristik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren für ein Antennenarray mit
5 schaltbarer Weitwinkel-Charakteristik nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 oder 7.

In der Kfz-Nahbereichssensorik, aber auch in der Mobilkommunikation, erwachsen
zunehmend Forderungen nach der sektorenweisen Abdeckung großer Winkelbereiche.
Die derzeit übliche Problemlösung besteht im Einsatz getrennter, die jeweiligen
Sektoren bedienender Einzelantennen. Soll die Antennencharakteristik schaltbar
10 und/oder adaptiv einstellbar sein bzw. kommen viele Einzelantennen u. a. aus Platz-
oder ästhetischen Gründen nicht infrage, müssen Arrayantennen eingesetzt werden. Bei
großen Hauptkeulenbreiten und großen Schwenkwinkeln ist, aufgrund stark
ansteigender "Grating-Lobes", der realisierbare Schwenkwinkel stark beschränkt.

Zur Lösung des Problems bietet sich aus dem Stand der Technik die Verwendung von
15 konforme Arrayantennen an. Solche Antennen befinden sich jedoch teilweise im
Forschungsstadium oder sind für Einsatz in der Serienproduktion noch zu teuer.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Verfahren und eine hierfür geeignete Vorrichtung zu finden, die es erlaubt mit herkömmlichen Hochfrequenz- und Antennenelementen einen großen Winkelbereich sektorenweise abzudecken.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der kennzeichnenden Teile der Ansprüche 1 oder 5 7 gelöst. Dabei werden Antennenelementen betrieben, wobei die einzelnen Elemente individuell ansprechbar sind und entweder gleichphasig oder gegenphasig in bezug zueinander angesteuert werden können.

10 Ausgehend von einer gleichabständigen Anordnung von 4 Antennenelementen soll die Erfindung nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigt

Figur 1 die simulierten Antennendiagramme in Abhängigkeit unterschiedlicher Ansteuerung der Antennenelemente,

15 Figur 2 ein Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung und Figur 3 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

„Selbstredend ist die Erfindung nicht auf die Anordnung und Ansteuerung von genau 4 Antennenelementen beschränkt, sondern kann bedarfsgerecht auf eine andere Zahl von Elementen ausgeweitet werden.“

20 „Bei den nachfolgend diskutierten Ausführungsbeispielen wird von einer gleichabständigen Anordnung von 4 Antennenelementen ausgegangen. Um die gleichphasige bzw. gegenphasige Ansteuerung der Elemente darzustellen, werden nachfolgend die Symbole '+' und '-' verwendet, dabei werden die Elemente denen das selbe Symbol zugeordnet wurde gleichphasig zueinander und gleichzeitig um 180° 25 phasenverschoben gegenphasig zu den anderen Antennenelementen betrieben.“

Figur 1 zeigt die Antennendiagramme bezüglich drei unterschiedlicher Ansteuerungen der Antennenelemente. Dabei handelt es sich um eine Anordnung von Mikrostreifenleitungen die in 4 Zeilen angebracht und mit dem 0.54-fachen der Wellenlänge der Betriebsfrequenz beabstandet sind. Durch konstruktive Maßnahmen 30 wurden die Nebenzipfel der Antennenanordnung um 8dB unterdrückt (Tapering: Cos on Pedestal).

BEST AVAILABLE COPY

Für den Fall der gleichphasigen Ansteuerung aller Elemente (+ + + +) wird ein Antennendiagramm mit einer Broadside-Hauptkeule 1 erzeugt. Ein anderes Antennendiagramm 2 wird durch eine wechselnde gleich-/gegenphasige Ansteuerung der Elemente (+ + - -) erzeugt. Dieses Diagramm 2 weist zwei gleiche Hauptkeulen, 5 welche um $\pm 30^\circ$ von der Hauptstrahlrichtung der Broadside-Hauptkeule 1 abgelenkt sind. Durch alternierende gleich-/gegenphasige Ansteuerung der Elemente (+ - + -) wird ein Diagramm 3 mit zwei gleichen Hauptkeulen welche um $\pm 60^\circ$ von der Hauptstrahlrichtung der Broadside-Hauptkeule 1 abgelenkt sind erzeugt.

Aus dieser Variabilität der Ausrichtung der Antennenhauptkeulen resultiert eine 10 Abdeckung eines Winkelbereichs von ca. -70° bis $+70^\circ$ in einer Raumebene, bei der Verwendung von Antennenelementen mit Hauptkeulenbreiten (broadside) von ca. 30° . Der gesamte Winkelbereich lässt sich dabei in 5 schaltbare Sektoren unterteilen. In vorteilhafterweise lässt sich dieses Verhalten mittels der Anordnung eines planaren 15 Arrays, welches aus 4 Antennenelementen besteht, welche in einer Reihe im Abstand von 0.54λ (λ = Wellenlänge der ausgesandten Welle) zueinander angeordnet sind, realisieren. Die Antennenelemente können dabei Einzelstrahler oder auch Antennenzeilen sein.

Figur 2 zeigt Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die Vorrichtung besteht aus einem 3dB-Hybrid-Viertor 4, zwei Leistungsteiler-Dreitoren 5, einem 20 Umschalter 6 zur wechselweisen Verbindung der Ein- und Ausgänge der Antennenelemente 8 und 9, den Antennenelementen (Einzelstrahler oder Zeilen) 7 bis 10, sowie den Verbindungsleitungen zwischen den Komponenten. Die effektiven Leitungslängen zwischen den Antennenelementen 7 bis 10 und den Eingängen der Leistungsteiler-Dreitore 5 sind gleich lang, um den Einfluß des Umschalters 6 zu berücksichtigt. Durch die Verbindung der Leistungsteiler-Dreitore 5 Die Eingänge des 25 3dB-Hybrid-Viertor 4 sind mit den Leistungsteiler-Dreitoren 5 ohne und mit einer $\lambda/4$ -Umwegleitung verbunden. Dadurch können an den Ausgängen des 3dB-Hybrid-Viertor 4 Summe und Differenz der Eingangssignale abgegriffen werden. Dies entspricht einer Phasen-Monopuls-Schaltung.

30 Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann für den Sende- als auch für den Empfangsbetrieb benutzt werden. Die gleichphasige Ansteuerung (+ + + +) der Antennenelemente 7 bis 10 ist dabei unabhängig von der Stellung des Umschalters. Die Kommunikation zwischen Sende-/Empfangs-Elektronik und den Antennenelementen 7 bis 10 finden in diesem Fall über die Summenkanal 11 statt.

Die gleich-/gegenphasigen Ansteuerungen (+ + - - bzw. + - + -) der Antennenelemente 7 bis 10 wird hingegen durch den Umschalter 6 gesteuert. Die Kommunikation zwischen Sende-/Empfangs-Elektronik und den Antennenelementen 7 bis 10 findet für beide Fälle der gleich-/gegenphasigen Ansteuerung über den Differenzkanal 12 statt.

- 5 Dabei entspricht die Stellung des Umschalters 6 in Position A in einem Ansteuerungsmuster (+ + - -), welches in dem in Figur 1 dargestellten Antennendiagramm 2 resultiert. Die Stellung des Umschalters 6 in Position B ergibt in folge das Ansteuerungsmuster (+ - + -), welches Antennendiagramm 3 ergibt.

Eine Möglichkeit einer vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 wird in Figur 3 offenbart. Die hier gezeigte Ausführung entspricht im Wesentlichen dem in Figur 2 dargestellten Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung, mit dem Unterschied, daß hier der Zweifach-Umschalter 6 durch 2 3dB-Hybride 13 und 14, zweier synchron betriebenen Schalter 15 und zweier Leitungsabschnitte 16 und 17 realisiert wurden. Die beiden Leitungsabschnitte 16 und 17 differieren in ihrer Länge 15 dabei dergestalt, daß die Längendifferenz einem ungeradzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge der die Vorrichtung durchlaufenden Welle entspricht. Die beiden 3dB-Hybride 13 und 14 sind dabei in Reihe geschaltet, wobei ein Ausgang von 13 direkt mit einem Eingang von 14 gekoppelt ist, während die Ankopplung des anderen Ausgangs von 13 über die Schalter 15 und einen der beiden Leitungsabschnitte 16 oder 17 erfolgt.

- Entsprechend dem in Figur 2 dargestellten Beispiels, entspricht die Stellung des Umschalters 6 in Position A in einem Ansteuerungsmuster (+ + - -), welches in dem in Figur 1 dargestellten Antennendiagramm 2 resultiert. Die Stellung des Umschalters 6 in Position B, was in einem gegenüber Schalterstellung A um $\lambda/2$ längeren Leitungsweg 25 resultiert (180° Phasenshift), ergibt in folge das Ansteuerungsmuster (+ - + -), welches Antennendiagramm 3 ergibt. Der Umschalter 6 kann als einfacher Doppelschalter gemäß Figur 3 ausgeführt werden, welcher es erlaubt, zwischen einer Leitung der Länge L und einer Leitung der Länge $L+\lambda/2$ umzuschalten (wobei λ der Hälfte der Betriebsfrequenz der Antennenanordnung entspricht). Anderseits ist es auch denkbar 30 den Umschalter 6 mittels geschalteten eines 3db-Hybriden zu realisieren.

Beim Betrieb einer Sende-/Empfangs-Anlage ist im allgemeinen die Bestimmung der Einfallsrichtung einer einfallenden Welle von Interesse, d. h. es ist festzustellen, in welche der Hauptkeulen der Antennenanordnung die Welle einfällt. Dies ist vor allem

dann schwierig festzustellen, wenn wie bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung die einzelnen Hauptkeulen der Antennenanordnung gleich ausgebildet sind. Um die Einfallsrichtung zu bestimmen, wäre es beispielsweise möglich, gemäß dem Phasen-Monopulsverfahren den Phasenwinkel des Ausgangs des Differenzkanal zu messen.

- 5 In vorteilhafterweise lässt sich aber auch die Möglichkeit der individuellen Ansteuerung der erfindungsgemäßen Anordnung dahingehend ausnutzen, daß das Antennendiagramm durch eine unsymmetrische Ansteuerung, (beispielsweise: (+ + -)) der Antennenelemente 7 bis 10 deformiert wird. Die Einfallsrichtung der empfangenen Welle kann dann durch einen Vergleich der Änderung des empfangenen Signals am 10 Ausgang des Differenzkanals mit dem Signal, welches mittels des undeformierten Antennendiagramms empfangen wurde, bestimmt werden. Zur Erzeugung der unsymmetrischen Ansteuerung, (beispielsweise: (+ + -)), kann in vorteilhafterweise in die Zuleitung zu Antennenelement 9 eine zuschaltbare 180° Umwegeleitung eingebbracht werden. Wird sodann diese Umwegeleitung zusammen mit der 15 Ansteuerung gemäß Schalterstellung A angewandt, so ergibt sich das unsymmetrische Antennendiagramm.

Es ist andererseits jedoch auch denkbar, die erfindungsgemäße Vorrichtung dahingehend zu erweitern, daß ein einzelnes Antennenelement neben dem Antennenarray in geeignetem Abstand so angebracht wird, daß im rechnerischen 20 Gesamtdiagramm der Antennenanordnung eine der zwei Hauptkeulen ganz oder teilweise unterdrückt wird. Aus einem Vergleich der Ausgangssignale der Vorrichtung ohne Berücksichtigung des zusätzlichen Antennenelements mit dem rechnerischen Ausgangssignals der Gesamtanordnung, lässt dann folgerichtig auf die Einfallsrichtung des Empfangssignals schließen.

BEST AVAILABLE COPIE

DaimlerChrysler AG

Epplestraße 225

D-70567 Stuttgart

FTP/U/FI
P112243

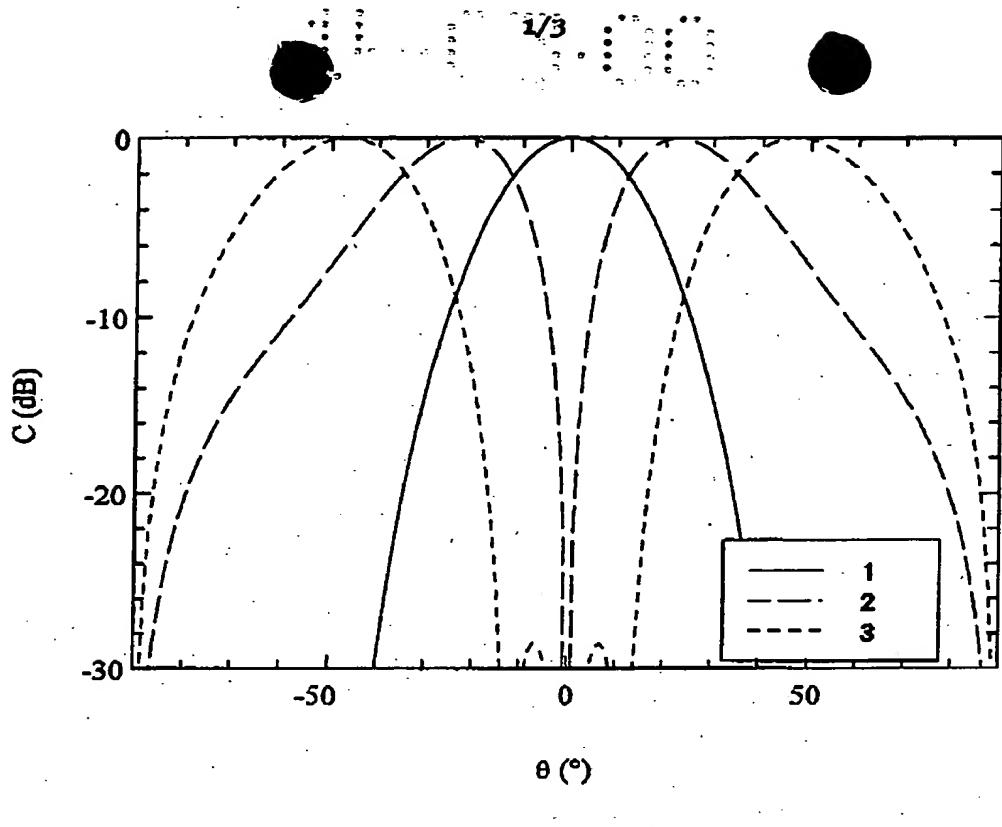
Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines Antennenarrays mit schaltbarer Weitwinkel-Charakteristik,
dadurch gekennzeichnet,
daß die einzelnen Antennenelemente des Antennenarrays in Teilen gleichphasig und in
5 Teilen gegenphasig zueinander angesteuert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß alle Elemente gleichphasig zueinander angesteuert werden, das Antennendiagramm eine einzelne Hauptstrahlungskeule aufweist, und daß in den anderen Fällen das
10 Antennendiagramm zwei Hauptstrahlungskeulen aufweist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Einfallsrichtung des empfangenen Signals die Phasendifferenz zwischen Differenz- und Summenkanal gemäß dem Monopuls-Verfahren ausgewertet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Einfallsrichtung des empfangen Signals die Antennenelemente unsymmetrisch angesteuert werden, so daß das Antennendiagramm deformiert wird, und das so empfangene Signal am Differenzkanal mit dem Signal verglichen wird, welches von einem undeformierten Antennensignal herröhrt.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Einfallsrichtung des empfangen Signals zusätzlich das Signal eines Antennenelementes herangezogen wird, welches im rechnerischen Gesamtdiagramm der Antennenanordnung eine der zwei Hauptkeulen ganz oder teilweise unterdrückt.
 - 10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Fall, daß alle Elemente gleichphasig angesteuert werden, die Einspeisung der Sendeenergie über den Summenkanal der Antennenanordnung erfolgt.
7. Vorrichtung zur Ansteuerung eines Antennenarrays mit schaltbarer Weitwinkel-
15 Charakteristik,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vorrichtung so ausgestaltet ist, daß die einzelnen Antennenelemente des Antennenarrays in Teilen gleichphasig und in Teilen gegenphasig zueinander angesteuert werden können.
- 20 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, daß der Umschalter, welcher Teile der Antennenelemente gleichphasig bzw. gegenphasig mittels einer Reihenschaltung von zwei 3dB-Hybriden mit einem an einer der Verbindungsleitung zwischengeschalteten, schaltbaren $\lambda/2$ -Umwegeleitung realisiert wird.
 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die schaltbare $\lambda/2$ -
25 Umwegeleitung durch einen 3dB-Hybriden realisiert wird.
 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Einfallsrichtung eines empfangen Signals ein einzelnes Antennenelement neben dem Antennenarray in geeignetem Abstand so angebracht wird, daß im rechnerischen Gesamtdiagramm der Antennenanordnung eine der zwei
30 Hauptkeulen ganz oder teilweise unterdrückt wird.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Einfallsrichtung eines empfangen Signals ein Mittel vorhanden ist, welches es erlaubt das Strahlungsdiagramm des Antennenarrays durch eine unsymmetrische Ansteuerung der Antennenelemente zu deformieren.
- 5 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel zur unsymmetrischen Ansteuerung der Antennenelemente aus einer in die Zuleitung zu einem Antennenelement integrierte zuschaltbare 180° Umwegeleitung besteht.

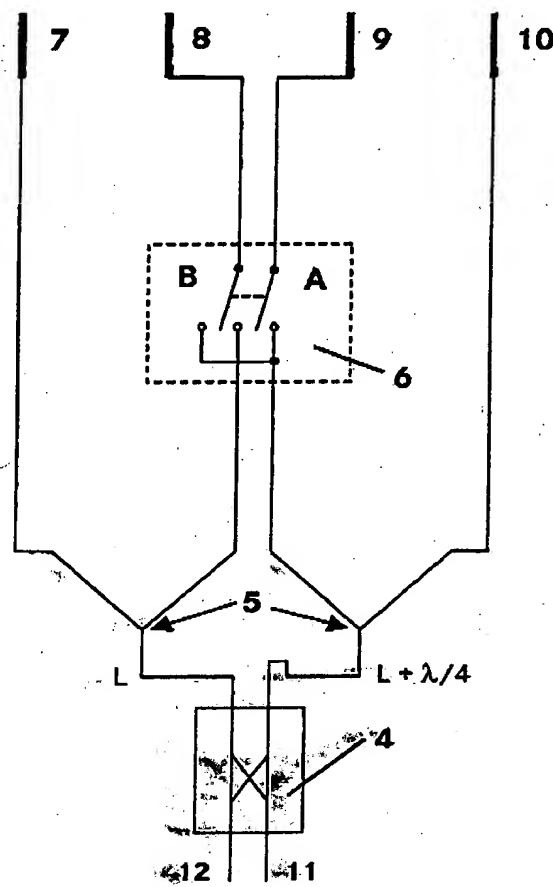
10



Figur 1

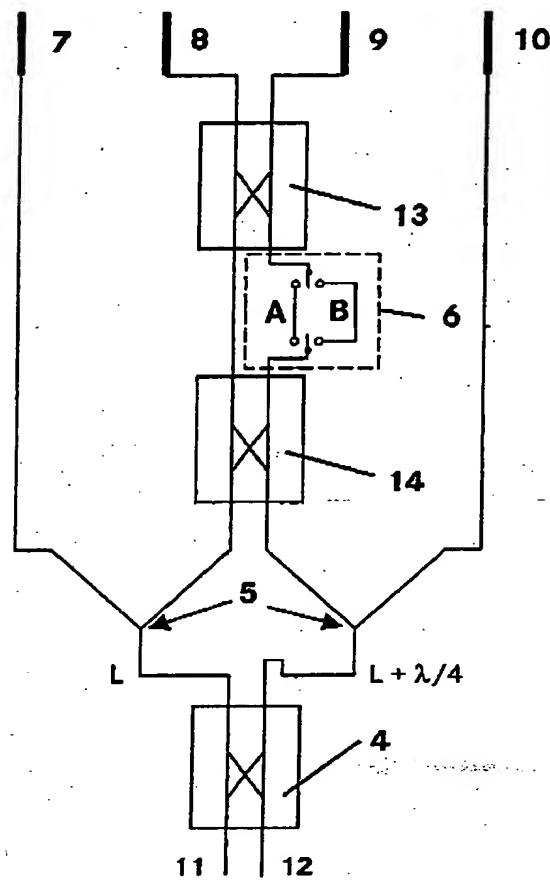
P112243

14.03.00 2/3



Figur 2

P112243



Figur 3

P112243

THIS PAGE BLANK (USPTO)